

В.В.КОВАЛЕНКО, Ю.М.ДОБРОВЕНСКИЙ,

Украинская инженерно-педагогическая академия, г. Харьков

УСТАНОВКА ДЛЯ РАЗБОРКИ И СБОРКИ ПИТАТЕЛЬНЫХ НАСОСОВ

У статті описана індукційно-нагрівальна установка для складання та розбирання виробів та рекомендації по областях використання. Показаний режим нагріву колеса ротора насоса під розбирання.

The installation for the induction heating by assembling and disassembling of products with the recommendations about fields of use is described in the article. The heating regims of rotor wheel of pump under disassembling are given here.

При ремонте центробежных питательных насосов для тепловых электрических станций необходимо разбирать и собирать роторы, состоящие из валов с насаженными на них по посадке с натягом со шпонкой рабочими колёсами [1]. Колёса, которых на роторе бывает 6 или 7 (в зависимости от его типа), торцами своих ступиц плотно прилегают друг к другу, и поэтому они как бы нанизаны на ступенчатый вал. Это создаёт большие сложности при разборке.

Разобрать и собрать такие соединения без повреждения посадочных поверхностей можно только при использовании предварительного термовоздействия на охватывающие детали – колёса. Снимать и насаживать их на валы можно, при этом поочерёдно.

Колесо состоит из массивной части – рабочих лопастей и сравнительно тонкостенной ступицы. Поэтому нагрев колёс при разборке должен быть быстрым с определённым распределением мощности в пространстве и во времени. Такой вид управляемого нагрева может быть только индукционным. До настоящего времени подобный нагрев для операций разборки не использовался.

Целью работы является создание индукционно – нагревательной установки, обеспечивающей разъединение соединений колесо – вал роторов питательных насосов типов ПН 1135-340, ОСПТ 1150-340, ПН 1500-340 и нагрев под сборку колёс.

При создании нагревателя необходимо было решить несколько технических задач. Первая, основная, связанная с процессом разборки, состояла в том, что создаваемое индуктором электромагнитное поле должно генерировать в металле колеса теплоту со скоростью большей, чем она будет отводиться в вал за счёт контактного теплообмена и в окружающую среду за счёт конвекции. Это обеспечит тепловое расширение посадочной поверхности колеса с образованием демонтажного разборочного зазора между ним и валом. То есть индуктор должен быть достаточно мощным. Однако, в условиях ремонтных производств большое одномоментное потребление мощности из

силовой сети нежелательно, поэтому мощность индуктора должна быть минимально возможной. Кроме того, нагрев должен быть сохранным, то есть не создавать недопустимых температурных напряжений в металле колеса, которые приведут к его деформированию, и недопустимых температур, при которых изменятся физико-механические свойства металла.

Сохранный обеспечивается равномерностью нагрева с перепадом температур не более 120°C и с ограничением по максимальной предельной температуре – 300°C .

Особая трудность при решении этих задач состояла в том, что эти требования предъявлялись к нагревателю, который должен был выполнять нагрев колёс не одного, а нескольких типоразмеров роторов.

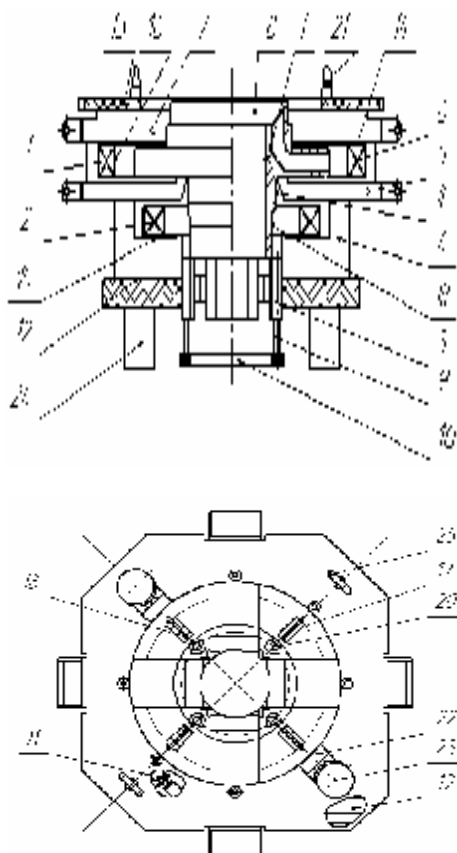


Рис. 1. Индукционный нагреватель с установленным в нём рабочим колесом

Используя методику расчёта индукторов, изложенную в [2] как базовую, были определены мощность индуктора и необходимая длительность её воздействия на поверхности колеса. На основании этих расчётов в Украинской инженерно-педагогической академии (г. Харьков) был разработан и изготовлен индукционный нагреватель, работающий на токе промышленной частоты, и удовлетворяющий указанным требованиям. Он предназначен для нагрева рабочих колёс под разборку и сборку. Напряжение питания индуктора – 380 В , максимальная активная мощность – $35,8\text{ Вт}$, при максимальном токе в сети 105 А , в верхнем индукторе – 205 А , в нижнем – 240 А . На рис.1 показан нагреватель с колесом без вала, т.е. для операции нагрева под сборку.

Нагреватель состоит из 2-х индукционных катушек – верхней 1 и нижней 2 и магнитопроводящей системы, образованной четырьмя ветвями магнитопроводов.

Каждая ветвь магнитопроводов включает пять магнитопроводников: вертикальный подвижный 3, нижний 4, средний подвижный 5, вертикальный 6 и верхний подвижный 7. Катушки опираются каждая на четыре текстолитовые подставки 14, 15 и прижимаются к ним соответственно хомутами 16 или стяжками 17 через подкладки 18. Чтобы избежать передачи тепла от нагреваемого колеса, внутренняя поверхность верхней катушки закрыта экраном из асбополотна.

Выводы катушек через клеммник 19, расположенный между основанием 12 и плитой 13, присоединяются к гибким кабелям, которыми нагреватель подключается к пульту управления. Все четыре подвижных магнитопроводника соединены между собою и перемещаются вдоль продольной оси нагревателя в зависимости от длины ступичной части нагреваемого колеса 8. Подвижные магнитопроводники опираются на четыре штыря 9, закреплённые на подпружинной рамке 10. Четыре пружины растяжения прикреплены одним концом к рамке, а другим к опорам 11, расположенным на текстолитовом основании 12. Нижние магнитопроводники 4 закреплены неподвижно на основании 12. Средние 5 перемещаются в радиальном направлении по направляющим, расположенным в верхней части нижних 4. На основании 12 размещены четыре стойки (на рисунке не показаны), к верхним частям которых прикреплена текстолитовая плита 13. На этой плите неподвижно закреплены вертикальные магнитопроводники 6 и направляющие, по которым в радиальном направлении перемещаются верхние магнитопроводники 7. Здесь же закреплены четыре регулируемых стержня 20, на которые опирается торцевой поверхностью диск нагреваемого колеса 8. Высота стержней устанавливается такой, чтобы все средние магнитопроводники 5 легко перемещались, и одновременно между ними и торцевой поверхностью диска колеса 8 был минимально возможный зазор. На плите 13 вокруг центрального отверстия, расположены восемь направляющих (шесть 21 и две 22). В резьбовые отверстия направляющих 22 ввинчиваются упоры 23, фиксирующие индукционный нагреватель относительно колеса. В рабочем положении упоры 23 стопорятся контргайками. Расположенные на плите 13 рым-болты 25 предназначены для подвешивания индукционного нагревателя на грузоподъёмном устройстве. В нерабочем состоянии индукционный нагреватель опирается на четыре резиновые прокладки 24, закреплённые на основании 12.

Такая конструкция нагревателя позволяет осуществить независимый и последовательный нагрев в начале массивной части колеса катушкой 1 с магнитной цепью из магнитопроводников 5, 6 и 7, а затем тонкостенной ступицы – катушкой 2 с магнитной цепью из магнитопроводников 3, 4 и 5.

Нагреватель работает следующим образом. Средние 5 и верхние 7 магнитопроводы разводятся от центра до упора (исходное положение). Из

направляющих 22 удаляются упоры 23. В нагреватель устанавливается рабочее колесо 8 так, чтобы торцевой поверхностью диска оно стало на стержни 20. Упоры 23 ввинчиваются в направляющие 22 до соприкосновения с диском колеса и стопорятся контргайками. Средние 5 и верхние 7 магнитопроводники перемещаются к центру до упора в колесо (рабочее положение), после чего нагреватель включается.

Нагрев колеса, как для сборки, так и для разборки осуществляется в автоматическом режиме последовательным включением в начале верхней, а затем нижней катушек. При разборке это время составляет соответственно 3,5 и 1-1,5 минуты в зависимости от типа ротора. При сборке – 3 и 1 минуты соответственно. После окончания нагрева колеса под разборку нагреватель с расположенным в нем колесом под действием собственного веса смещается вниз, в результате чего осуществляется съём колеса с оси. Затем вывинчиваются из направляющих 22 упоры 23, магнитопроводы 5 и 7 перемещаются в исходное положение, колесо удаляется из нагревателя и передаётся на позицию сборки с валом или для остывания после разборки.

На рис.2 представлены изменения мощности нагрева поочередно включаемых верхней и нижней катушек. Как видно из графика, теоретически рассчитанная мощность хорошо совпадает с экспериментальными данными. Падение мощности в процессе нагрева закономерно, оно происходит вследствие изменения магнитных свойств металла и изменения его температуры.

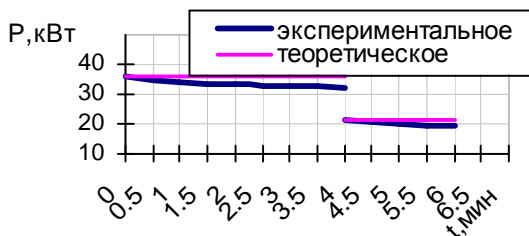


Рис.2. График изменения мощности при съеме рабочего колеса с вала ротора питательного насоса

Для определения температур при нагревании колеса насоса типа ПН 1500-340 на нём были закреплены хромель-копелевые термопары. Расположение термопар показано на рис.1 римскими цифрами. Термопара “I” установлена на посадочной поверхности массивной части колеса, термопары “II” и “III” – на наружных поверхностях различных по толщине стенки участках ступицы.

На рис.3 показано изменение температуры при нагреве под разборку колеса с валом при натяге 0,15 мм (0,0009 посадочного диаметра). Как видно из графиков, посадочная поверхность массивной части колеса при работе верхней катушки интенсивно разогревается в течение первых 3,5 минут, а затем её прогрев продолжается за счёт передачи тепла от периферийных, более горячих участков колеса.

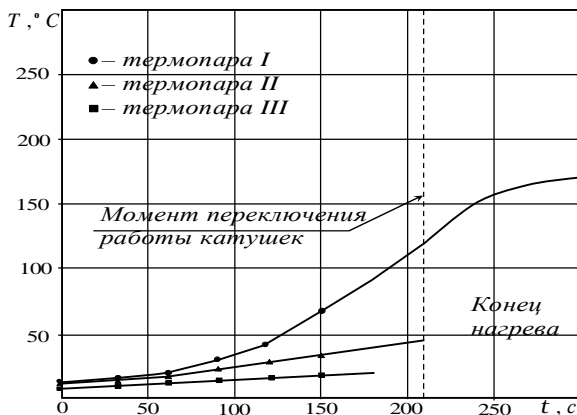


Рис.3. Изменение температуры колеса при нагревании ротора насоса ПН 1500-340

При этом тонкая часть ступицы колеса остаётся сравнительно холодной. Её температура быстро возрастает лишь после включения нижней катушки. Такое распределение температур во времени и по величине создаёт условия гарантированной разборки соединения и нагрева для сборки, позволяя сделать эти процессы высокопроизводительными и бездефектными.

Созданная нагревательная установка может явиться прототипом универсального оборудования для нагрева под сборку и разборку сложнопрофильных деталей двух- и многоэлементных соединений.

Список литературы: 1. Рихтер Л.А., Елизаров Д.П., Лавыгин В.М. Вспомогательное оборудование тепловых электростанций. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 215 с.
2. Слухоцкий А.Е., Рыскин С.Е. Индукторы для индукционного нагрева. – Л.: Энергия, 1974. – 264 с.

Поступила в редколлегию 20.04.06.